4Г

УДК 004.932.2

В.Е. Гай, А.Л. Жизняков
Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета,
г. Муром, Россия
iamuser@inbox.ru

Пакетное вейвлет-преобразование с произвольным коэффициентом сжатия

В статье предлагается алгоритм для генерации многомасштабного представления изображения на основе пакетного вейвлет-преобразования. Приводятся результаты работы алгоритма, подтверждающие возможность использования алгоритма для решения поставленной задачи.

Введение

Часто решение различных задач обработки изображений основано на использовании многомасштабного представления изображений. Обычно многомасштабное представление генерируется с коэффициентом сжатия 2. Однако часто стоит задача генерации многомасштабного представления с коэффициентом сжатия не кратным 2. Для этого существуют различные методы, которые часто оказываются сложны для реализации и вычислительно не эффективны. Одним из возможных способов генерации многомасштабного преобразования изображения является пакетное вейвлет-преобразование [1].

Цель работы

Разработка алгоритма формирования многомасштабного представления изображения с произвольным коэффициентом сжатия на основе пакетного вейвлет-преобразования.

Предлагаемый алгоритм

Допустим, необходимо сформировать многомасштабное представление с коэффициентом сжатия k_v по вертикали и k_h по горизонтали, $0 < k_h < 1$, $0 < k_v < 1$.

Для решения задачи предлагается следующий алгоритм.

1. Сформировать N-уровневое пакетное вейвлет-разложение исходного изображения f: $W = \{\mathrm{w}_{ij}\}$, где w_{ij} – вейвлет-пакет с координатами (i, j), $i \in [1; wd]$, $j \in [1; ht]$, $ht = wd = 4^N$, N – число уровней разложения. Многомасштабное представление изображения W также можно представить в виде четырёх элементов: $W = \{L, H_1, H_2, H_3\}$, причём каждому из элементов соответствует определённая часть пакетов разложения W и, соответственно, некоторая часть спектра изображения f, причём (рис. 2):

а) $L = \{w_{ij}\}$, где $i \in [wd/4+1; 3 \times wd/4]$, $j \in [ht/4+1; 3 \times ht/4]$;

б) $H_1 = \{w_{ij}\}$, где $i \in [wd/4+1; 3 \times wd/4]$, $j \in [1; ht/4] \cup [(3 \times ht/4)+1; ht]$;

в) $H_2 = \{w_{ij}\}$, где $i \in [1; wd/4] \cup [(3 \times wd/4)+1; wd]$, $j \in [ht/4+1; 3 \times ht/4]$;

г) $H_3 = \{w_{ij}\}$, где $i \in [1; wd/4] \cup [(3 \times wd/4)+1; wd]$, $j \in [1; ht/4] \cup [(3 \times ht/4)+1; ht]$.

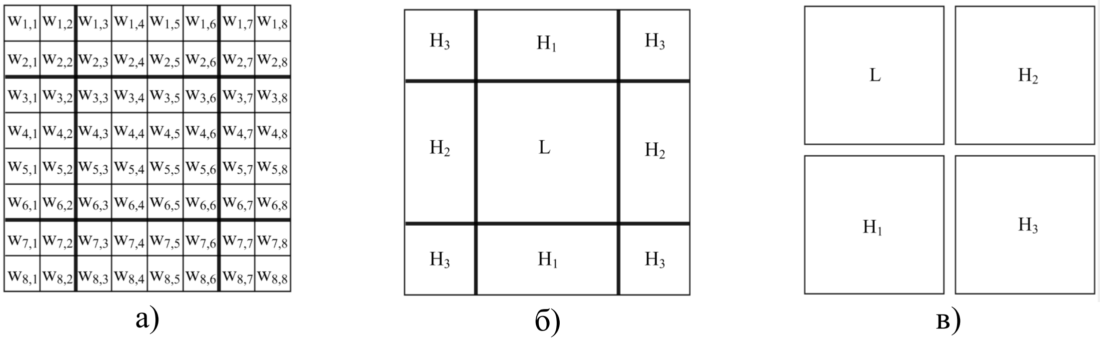


Рисунок 1 – Соответствие между спектром Фурье изображения: а) – вейвлет-пакетами; б) – элементами L, H_1, H_2, H_3; в) – элементами L, H_1, H_2, H_3 при $k_h = 0{,}5$, $k_v = 0{,}5$

2. Выбрать коэффициенты сжатия k_h^a и k_v^a, которые являются ближайшими к коэффициентам k_h и k_v:

$$k_h^a = \min_{k_h^a \in K} \left| k_h^a - k_v \right|,\ k_v^a = \min_{k_v^a \in K} \left| k_v^a - k_v \right|,\ K = \left\{ \frac{2}{\sqrt{4^N}}, \frac{4}{\sqrt{4^N}}, \ldots, \frac{\sqrt{4^N}-2}{\sqrt{4^N}} \right\},$$

где K – множество коэффициентов сжатия, которые могут быть использованы при построении нового многомасштабного представления.

3. Сформировать элементы L^N, H_1^N, H_2^N, H_3^N с требуемыми коэффициентами сжатия (рис. 3):

$L^N = T_K^{-1}[W_L]$, $H_1^N = T_K^{-1}[W_{H_1}^N]$, $H_2^N = T_K^{-1}[W_{H_2}^N]$, $H_2^N = T_K^{-1}[W_{H_3}^N]$, где $T_K^{-1}[\bullet]$ – оператор обратного многомасштабного преобразования,

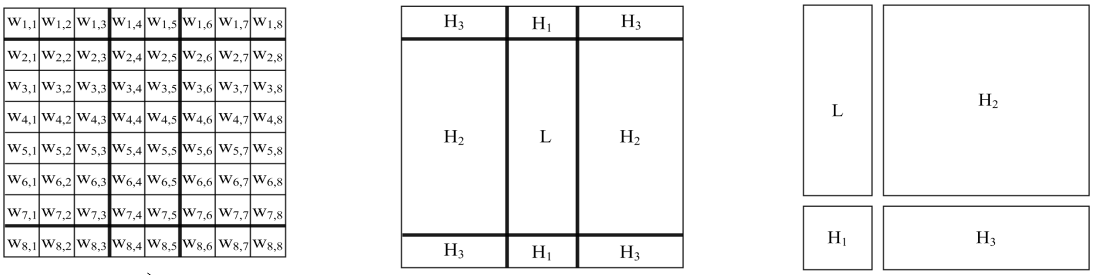
$$\text{где } W_L = \begin{cases} w_{ij}, i \in \left[\frac{ht(1-k_v^a)+2}{2}; \frac{ht(1+k_v^a)}{2} \right], j \in \left[\frac{wd(1-k_h^a)+2}{2}; \frac{wd(1+k_h^a)}{2} \right], \\ 0, \textit{иначе}. \end{cases}$$

$$W_{H_1}^N = \begin{cases} w_{ij}, i \in \left[\frac{ht(1-k_v^a)+2}{2}; \frac{ht(1+k_v^a)}{2} \right], j \in \left[1; \frac{wd(1-k_h^a)}{2} \right] \cup \left[\frac{wd(1+k_h^a)+2}{2}; wd \right], \\ 0, \textit{иначе}. \end{cases}$$

$$W_{H_2}^N = \begin{cases} w_{ij}, i \in \left[1; \frac{ht(1-k_v^a)}{2} \right] \cup \left[\frac{ht(1+k_v^a)+2}{2}; ht \right], j \in \left[\frac{wd(1-k_h^a)+2}{2}; \frac{wd(1+k_h^a)}{2} \right], \\ 0, \textit{иначе}. \end{cases}$$

$$W_{H_3}^N = \begin{cases} w_{ij}, i \in \left[1; \frac{ht(1-k_v^a)}{2} \right] \cup \left[\frac{ht(1+k_v^a)+2}{2}; ht \right], j \in \left[1; \frac{wd(1-k_h^a)}{2} \right] \cup \left[\frac{wd(1+k_h^a)+2}{2}; wd \right]. \\ 0, \textit{иначе}. \end{cases}$$

4. Выполнить прореживание сгенерированных элементов L^N, H_1^N, H_2^N, H_3^N в соответствии с выбранными коэффициентами сжатия.



а) б) в)

Рисунок 2 – Соответствие между спектром Фурье изображения: а) – вейвлет-пакетами; б) – элементами L, H_1, H_2, H_3; в) – элементами L, H_1, H_2, H_3 при $k_h = 0{,}75$, $k_v = 0{,}25$

При описании алгоритма рассматриваются не коэффициенты сжатия, а величины им обратные. Смысл алгоритма от этого не меняется, зато значительно упрощаются некоторые математические записи. На рис. 3 показаны элементы многомасштабного представления, сформированные с использованием коэффициентов сжатия $k_h = 0{,}5$, $k_v = 0{,}5$ (рис. 3а) и $k_h = 0{,}75$, $k_v = 0{,}25$ (рис. 3б).



а) б)

Рисунок 3 – Элементы L, H_1, H_2, H_3, сформированные с использованием коэффициентов сжатия: а) – $k_h = 0{,}5$, $k_v = 0{,}5$; б) – $k_h = 0{,}75$, $k_v = 0{,}25$

Заключение

В настоящее время существуют различные подходы к генерации многомасштабного представления изображения с коэффициентом сжатия не кратным 2. Однако, в ряде случаев, такие подходы трудны для практической реализации. В настоящей работе предлагается подход к генерации многомасштабного представления с произвольным коэффициентом сжатия на основе пакетного вейвлет-преобразования. Многомасштабное представление, сгенерированное на основе предлагаемого подхода, может быть использовано при решении тех задач обработки изображений, в которых не требуется выполнения восстановления изображения из его многомасштабного представления. Например, при сегментации изображений.

Литература

1. Малла С. Вейвлеты в обработке сигналов: Пер. с англ. С. Малла. – М.: Мир, 2005. – 671 с.

В.Є. Гай, А.Л. Жизняков

Пакетне вейвлет-перетворення з довільним коефіцієнтом стиску

У статті наводиться алгоритм для генерації багатомасштабного виявлення зображень на основі пакетного вейвлет-перетворення. Наводяться результати роботи алгоритму, які підтверджують можливість використання алгоритму для розв’язання поставленої задачі.

Статья поступила в редакцию 10.07.2008.